

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tadashi SAKAI, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: DISCHARGE LAMP

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

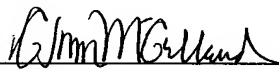
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-280294	September 26, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

0350469

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-280294

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-280294 ]

出 願 人

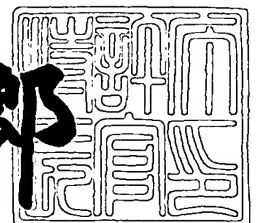
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3025650

【書類名】 特許願

【整理番号】 13B0270331

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 29/04

【発明の名称】 放電灯

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
研究開発センター内

    【氏名】 酒井 忠司

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
研究開発センター内

    【氏名】 小野 富男

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
研究開発センター内

    【氏名】 佐久間 尚志

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝  
研究開発センター内

    【氏名】 鈴木 真理子

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

    【識別番号】 100083161

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 外川 英明

【電話番号】 (03)3457-2512

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010261

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放電灯

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放電用ガスが封入された外囲器と、この外囲器内に配置された電極とを備えた放電灯であって、該電極には電子放出部材が設けられ、当該電子放出部材は、その表面に、微細導電性突起群と、該微細導電性突起群を支持し該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなる電子放出膜とを有することを特徴とする放電灯。

【請求項 2】 放電用ガスが封入された外囲器と、この外囲器の外面に配置された電極とを備えた放電灯であって、前記外囲器を介して前記電極と対向する当該外囲器の内面に電子放出部材を有し、該電子放出部材は、その表面に、微細導電性突起群と、該微細導電性突起群を支持し該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなる電子放出膜とを有することを特徴とする放電灯。

【請求項 3】 前記微細導電性突起群は S P 2 混成軌道結合を含む炭素からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の放電灯。

【請求項 4】 前記微細導電性突起群として、カーボンナノチューブ、カーボンフラーレン、及びカーボンオニオンの少なくとも一種以上が用いられたことを特徴とする請求項 3 記載の放電灯。

【請求項 5】 前記電子放出膜の前記二次電子放出効率が高い材料は S P 3 混成軌道結合を含む炭素からなることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の放電灯。

【請求項 6】 前記電子放出膜の前記二次電子放出効率が高い材料はダイヤモンドからなることを特徴とする請求項 5 記載の放電灯。

【請求項 7】 前記微細導電性突起群の一部は前記電子放出膜に埋め込まれてなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の放電灯。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、放電灯に係わり、特に低消費電力化を図った冷陰極の放電灯に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

放電灯は、全照明光源の約半数を占める産業上及び生活上重要な技術分野であり、特に、最近冷陰極型の放電灯が液晶ディスプレイのバックライト光源として、急激に生産が拡大している。

【 0 0 0 3 】

冷陰極型放電灯の一例として冷陰極蛍光ランプがある。これは、一対の冷陰極をガラス管内部に対向して配置し、ガラス管内部には希ガスと微量の H g が封入されているものである（例えば、特許文献 1 参照。）。これらの一対の冷陰極間に高電圧を印加することによって、両電極間に放電を開始させ、この放電を維持することによって、水銀の励起による紫外線発光を生じさせて蛍光体を発光させる仕組みとなっている。また、バリヤ型と呼ばれる冷陰極放電灯も知られており、放電空間を形作る管の外部に電極が設けられ、当該電極は直接放電面に接していない構成となっている（例えば、特許文献 2 参照。）。

【 0 0 0 4 】

このような冷陰極型放電灯は、従来より用いられている熱陰極型蛍光灯に比べて、加熱フィラメントの断線や電子放出用エミッタ物質の消耗などが少なく寿命が極めて長いという特徴を持っている。このため、光源の交換が困難な産業用機器の照明として用途が拡大しつつあり、特に液晶ディスプレイ用のバックライトとして近年急激な生産拡大を示している。この一方で、冷陰極型は、熱陰極型に比べて発光効率が低いという問題がある。この発光効率の向上が実現されれば、産業用としてのみでなく広く一般に照明として現在の蛍光灯に対する置き換えを狙うことができる。

【 0 0 0 5 】

冷陰極放電灯の性能向上を図るために、発明者らは特願 2 0 0 1 - 9 7 4 1 6 や特願 2 0 0 1 - 3 2 3 9 9 7 に示されるように陰極の電子放出材料としてダイヤモンドを用いた冷陰極放電灯を考案した。ダイヤモンドは電子放出効率が高く

スパッタ耐性も高いので、発光効率が高く寿命も長い放電灯を提供することができる。なお、ダイヤモンドを冷陰極に用い真空中で電子放出を行う技術は既に確立したものである（例えば、非特許文献 1 参照。）。

【 0 0 0 6 】

ダイヤモンドを放電に用いた他の例としてプラズマディスプレイパネルが挙げられる（例えば、特許文献 3 参照。）。プラズマディスプレイパネルに係る当該文献においては、アモルファス状カーボン層でダイヤモンド粒子の表面を被覆したものをを用いることにより、電子放出特性の向上、発光効率の向上が図られている。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】

特開平 4 - 2 7 4 1 5 6 号公報

【 0 0 0 8 】

【特許文献 2】

特開平 8 - 2 3 6 0 8 3 号公報

【 0 0 0 9 】

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 1 1 7 7 7 1 公報

【 0 0 1 0 】

【非特許文献 1】

K・オカノ (K.Okano) 他, 「ロー・スレッシュヨルド・コールド・カソード・メイド・オブ・ナイトロジェンドープト・ケミカルーベーパー・デポジッテド・ダイヤモンド (Low-threshold cold cathodes made of nitrogen-doped chemical-vapour-deposited diamond) 」, ネーチャー (Nature) , (イギリス) , マクミラン (Macmillan) , 1 9 9 6 年, 第 3 8 1 巻, p. 1 4 0

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

上述した各冷陰極放電灯は、所定の印加電圧を電極に印加することにより放電管内部で放電を開始し、放電状態を維持させて発光させるものである。しかしな

がら、従来の各冷陰極放電灯では、放電を開始するために印加する電圧及び放電状態を維持させるための電圧は低いとはいえず、このため消費電力が大きいという問題があった。

【 0 0 1 2 】

本発明はかかる実情に鑑みてなされたものであり、発光効率が高く消費電力が小さい放電灯を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

（構成）

前述した課題を解決するため、本発明の第 1 の放電灯は、放電用ガスが封入された外囲器と、この外囲器内に配置された電極とを備えた放電灯であって、該電極には電子放出部材が設けられ、当該電子放出部材は、その表面に、微細導電性突起群と、該微細導電性突起群を支持し該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなる電子放出膜とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の第 2 の放電灯は、放電用ガスが封入された外囲器と、この外囲器の外面に配置された電極とを備えた放電灯であって、前記外囲器を介して前記電極と対向する当該外囲器の内面に電子放出部材を有し、該電子放出部材は、その表面に、微細導電性突起群と、該微細導電性突起群を支持し該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなる電子放出膜とを有することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

上記本発明の第 1 及び第 2 の放電灯において、以下の構成を備えることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

（1）前記微細導電性突起群は S P 2 混成軌道結合を含む炭素からなること。

【 0 0 1 7 】

（2）前記微細導電性突起群として、カーボンナノチューブ、カーボンフラーレン、及びカーボンオニオンの少なくとも一種以上が用いられたこと。



【 0 0 1 8 】

( 3 ) 前記電子放出膜の前記二次電子放出効率が高い材料は S P 3 混成軌道結合を含む炭素からなること。

【 0 0 1 9 】

( 4 ) 前記電子放出膜の前記二次電子放出効率が高い材料はダイヤモンドからなること。

【 0 0 2 0 】

( 5 ) 前記微細導電性突起群の一部は前記電子放出膜に埋め込まれてなること。

【 0 0 2 1 】

( 6 ) 前記放電用ガスは 2 0 0 n m 以下の主要発光ピークを有する元素を含むガスを含むこと。

【 0 0 2 2 】

( 7 ) 前記放電用ガスは希ガスと水銀を含むこと。

【 0 0 2 3 】

( 8 ) 前記放電用ガスは X e を含むこと。

【 0 0 2 4 】

( 9 ) 前記放電用ガスは水素ガスを含むこと。

【 0 0 2 5 】

( 1 0 ) 前記ダイヤモンドはドナー性不純物を含有すること。

【 0 0 2 6 】

( 1 1 ) 微細導電性突起群の直径は 1 0 0 n m 以下であること。

【 0 0 2 7 】

( 1 2 ) 微細導電性突起群のアスペクト比 ( 長さ / 直径 ) は 3 : 1 以上 1 0 0 0 : 1 以下であること。

【 0 0 2 8 】

( 作用 )

本発明の放電灯によれば、電極に設けられた電子放出部材が、微細導電性突起群と、該微細導電性突起群を支持し該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放

出効率が高い材料からなる電子放出膜とを有する。かかる構成では、まず放電開始時に、前記微細導電性突起群の先端に電界が集中しこの先端から放電空間へ電子が容易に放出されるので、低い電圧で放電を開始することが可能である。さらに、放電開始後には、微細導電性突起群を支持する形でその根元部分に前記電子放出膜が設けられているので、放電空間内のイオン等が当該電子放出膜に対して入射する。当該電子放出膜は、上記微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなるので、入射したイオン等により多量の二次電子が放出され、低電力で発光効率の高い放電を維持することが可能である。したがって、発光効率が高く消費電力が小さい放電灯を提供することが可能である。

## 【 0 0 2 9 】

また、外囲器の外面に電極が配置され、当該外囲器を介して前記電極と対向する外囲器内面に電子放出部材を有する放電灯においても、当該電子放出部材が、その表面に、微細導電性突起群と、該微細導電性突起群を支持し該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなる電子放出膜とを有するので、低い電圧で放電を開始することができ、かつ低電力で発光効率の高い放電を維持することが可能である。したがって、発光効率が高く消費電力が小さい放電灯を提供することが可能である。

## 【 0 0 3 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

## 【 0 0 3 1 】

## (第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図である。図 1 に示されるように、本実施形態に係る放電灯は、蛍光体 3 を塗布したガラス管 1 と、ガラス管 1 の両端に取り付けられた一对の電極 4、4' (冷陰極) と、ガラス管 1 の外面に設けられた透明導電膜 7 (例えば、ITO (インジウム酸化)、 $\text{SnO}_2$  (酸化スズ) 等。) を有する。ガラス管 1 の内部 2 には放電用ガスが封入されている。例えば、ガラス管 1 内には放電を容易にするために封止ガスとしてアルゴン又は混合希ガス (例えば、アルゴン、ネオン、キセノン等の

混合ガス。)と微量の水銀が4～80 hPaの圧力で封止されている。

#### 【0032】

一対の電極4、4'のそれぞれは、図1の拡大図に示されるように、W(タングステン)等からなる電極部材4aを有し、この電極部材4aの表面には電子放出膜としてダイヤモンド膜5が形成されている。ダイヤモンド膜5の表面には微細導電性突起群としてカーボンナノチューブ群6が形成されており、カーボンナノチューブ群6それぞれの一部(根元部分)はダイヤモンド膜5に埋め込まれている。カーボンナノチューブ群6の直径は100nm以下であり、そのアスペクト比(長さ/直径)は3:1以上1000:1以下である。直径が100nmより大きいと放電開始電圧低減に顕著な効果を得にくいという問題がある。また、アスペクト比が3:1未満であると同様に効果が不十分となってしまう、1000:1より大きいと突起構造が壊れやすくなってしまう。

#### 【0033】

かかる構成によりカーボンナノチューブ群6はダイヤモンド膜5の表面に支持され、カーボンナノチューブ群6の存在しないダイヤモンド膜5の表面5aがガラス管1の内部2に露出した状態となっている。ダイヤモンド膜5は、カーボンナノチューブ群6の材料よりも二次電子放出効率が高い材料(ダイヤモンド)からなっている。なお、二次電子放出効率は放電特性評価により測定することが可能であり、カーボンナノチューブの二次電子放出効率は0.01以下、ダイヤモンドの二次電子放出効率は0.1以上である。

#### 【0034】

次に、本実施形態の放電灯の動作について説明する。

#### 【0035】

まず、放電を開始させるために、一対の電極4、4'間に高電圧、例えば1500Vを印加する。ここで、一般的には放電を生じさせるために交流電圧を電極4、4'間に印加する構成となっており、電極4、4'の片方がエミッタ(陰極)として作用するときは他方は対極電極(陽極)として作用する。電圧を印加し始める時は、ガラス管1内は絶縁状態であり、両端の電極4、4'に印加された電圧は、陰極表面のカーボンナノチューブ群6の先端において電界集中を生じて

局所的に強電界を生じる。この強電界により陰極から放出された電子は対極電極（陽極）側に移動し、放電が開始する。本実施形態においては、カーボンナノチューブ群6を設けない場合に比べて大幅に低い印加電圧で放電を開始させることができる。

## 【 0 0 3 6 】

この放電により電子はガラス管1内に封止した水銀原子と衝突する。水銀原子は衝突によりエネルギーを受け紫外線を放出する。この紫外線により蛍光体3が励起され可視光線を発生する。発光色は蛍光体の種類によって異なり、白色、昼光色、青色など数々の色種の光がランプから放射される。

## 【 0 0 3 7 】

次に、放電が始まるとガラス管1内は電離ガスによって満たされるため、このような絶縁空間での幾何形状による電界集中効果は弱まり、電子放出も陰極への放電ガスイオン（Ar等の希ガスイオン等）の接近や衝突による二次電子放出が主因となる。このときの電子放出のしやすさは、形状でなく、陰極表面材料の電子構造、特に電子親和力に大きく依存する。

## 【 0 0 3 8 】

ダイヤモンド膜5等の電子放出膜は、広いバンドギャップと小さな電子親和力を有し、微細導電性突起群（カーボンナノチューブ群6等）の材料よりも二次電子放出効率が高い材料であるダイヤモンド等のワイドギャップ半導体からなっており、電極4、4'の表面にはダイヤモンド膜5の表面5aとカーボンナノチューブ群6とが並置された構造となっている。このため、放電開始後には、ダイヤモンド膜5の表面5aに放電ガスイオンが接近したり衝突することにより、ダイヤモンド膜5の表面5aから二次電子を効率的に放出させることが可能である。したがって、放電を維持するための電圧を低減することが可能である。以上の構成の組合せによって、放電開始電圧及び放電維持電圧をともに低減させることが可能となり、低消費電力の冷陰極放電灯を得ることができる。

## 【 0 0 3 9 】

この際、ガラス管1に沿って透明導電膜7が設けられていることによって、ガラス管1の長手方向の主要部分での電位降下を回避して、陰極近傍に電位降下す

なわち電界を多く分配させることができる。この効果を組み合わせることによって、よりいっそう効果的に放電開始電圧及び放電維持電圧の低減化を図ることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

さらに、本実施形態において採用されたダイヤモンドとカーボンナノチューブの組合せは、冷陰極における寿命決定の主要因である A r 等の希ガスイオンのアタックに対して極めてスパッタされにくい特性を持っている。例えば、A r イオンのアタックに対するスパッタリング率は従来より用いられている N i の約 1 / 1 0 と小さい。さらに、希ガスとともに多くの放電管において用いられている H g 蒸気と炭素系材料（ダイヤモンドとカーボンナノチューブ等）とはアマルガム等の合金を作ることがなく、巻き込みによる H g 蒸気の消耗も少ない。これらの特性も相俟って放電灯の長寿命化や H g 封入量の低減化等の効果を得ることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、本実施形態の放電灯の製造方法について説明する。図 2 はその製造方法を説明するための工程断面図である。

#### 【 0 0 4 2 】

まず、図 2 ( a ) に示すように W ( タングステン ) 等からなる電極部材 4 a を準備する。次に、粒径が約 1 0 0 n m のダイヤモンド微粉、及び直径 1 0 0 n m 以下でアスペクト比 ( 長さ / 直径 ) 3 : 1 以上 1 0 0 0 : 1 以下のカーボンナノチューブを有機溶媒 ( 例えば、アセトン等。 ) に懸濁させ、懸濁液の中に電極部材 4 a を浸して超音波処理を行う。この処理により、図 2 ( b ) に示すように電極部材 4 a の表面において、いわゆるダイヤモンド成長核の種付け ( 核は図示せず。 ) とともにカーボンナノチューブ 6 の残置処理が行われる。

#### 【 0 0 4 3 】

次に、かかる処理が行われた電極部材 4 a の表面にマイクロ波 C V D 法等によってダイヤモンド膜 5 を成膜する ( 図 2 ( c ) ) 。成膜条件は、マイクロ波パワーを 4 k W 、反応ガス圧力を 4 0 h P a 、水素ガス流量を 4 0 0 s c c m 、メタンガス流量を 4 s c c m 、基板温度を 8 5 0 ° C 、成膜時間を 6 0 分とした。この際に、メ

タン、水素などのガスに加えて、ボロン或いはリン等のドーピングガスを加えることによって、導電性を付与した膜を形成することが望ましい。また、窒素ガスを高濃度に加えることなどによって、ダイヤモンド膜に加えて、グラファイトライクな導電性介在物相を意図的に生成させ、膜としての導電性を向上させることも有効である。以上の工程により、ダイヤモンド膜 5 を形成するとともに、カーボンナノチューブ群 6 のダイヤモンド膜 5 へのアンカーリング（植え付け）を行うことができ、プロセスを簡略にすることが可能である。

## 【 0 0 4 4 】

次に、以上の工程により作製した一対の電極 4、4' を、蛍光体 3 を内面に形成したガラス管 1 内に放電用ガスとともに封止し、さらにガラス管 1 の外面に透明導電膜 7 を形成して放電灯が完成する。

## 【 0 0 4 5 】

本実施形態の一対の電極 4、4' は、以下のようにして作製することも可能である。図 3 はその製造方法を示す工程断面図である。

## 【 0 0 4 6 】

まず、図 3（a）に示すように W（タングステン）等からなる電極部材 4 a を準備し、図 3（b）に示すようにいったんダイヤモンド膜 3 5 a だけを成膜する。成膜条件は、マイクロ波パワーを 4 k W、反応ガス圧力を 4 0 h P a、水素ガス流量を 4 0 0 s c c m、メタンガス流量を 4 s c c m、基板温度を 8 5 0 ° C、成膜時間を 6 0 分とした。

## 【 0 0 4 7 】

次に、図 3（c）に示すように上述した方法と同様の方法により、ダイヤモンド微粉とカーボンナノチューブを薄く懸濁した有機溶媒に対してダイヤモンド膜 3 5 a 表面を浸すことにより、カーボンナノチューブ群 3 6 をダイヤモンド膜 3 5 a の表面に離散的に残置し、併せてダイヤモンド成長核の種付け処理を行う。

## 【 0 0 4 8 】

次に、図 3（d）に示すようにマイクロ波 C V D 法等によってダイヤモンド膜 3 5 b を成膜する。成膜条件は図 2（c）の工程と同様である。これにより、ダイヤモンド膜 3 5 b を形成するとともに、カーボンナノチューブ群 3 6 のダイヤ

モンド膜 3 5 b へのアンカーリングを行うことができ、プロセスを簡略にすることが可能である。この方法によれば、カーボンナノチューブ群 3 6 のダイヤモンド膜 3 5 b へのアンカーリングをより確実に行うことが可能であり、この方法によって形成された放電灯は、カーボンナノチューブが強固に固定されていて、安定であるばかりでなく、ダイヤモンド表面がある程度損耗しても、カーボンナノチューブが抜けたりすることが無く、長寿命化をはかることができるという効果を有する。

## 【 0 0 4 9 】

なお、ダイヤモンド膜を成膜した後に、F e などの触媒金属を極薄く分散させた溶媒（例えば、エタノール等。）に当該ダイヤモンド膜を浸漬し、メタンガス等を用いてダイヤモンドよりも低温で C V D 法を行うことにより、上記ダイヤモンド膜表面に直接カーボンナノチューブを形成してもよい。この方法によれば、カーボンナノチューブの配向性や分布をより細かく制御することが可能であり、この方法によって形成された放電灯は、放電特性の再現性がよいという効果を有する。

## 【 0 0 5 0 】

## （第 2 の実施形態）

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図である。図 1 と同一部分には同一の符号を記す。

## 【 0 0 5 1 】

図 4 に示されるように、本実施形態に係る放電灯は、蛍光体 3 を塗布したガラス管 1 と、ガラス管 1 の両端に取り付けられた一対の電極 4 4、4 4'（冷陰極）と、ガラス管 1 の外面に設けられた透明導電膜 7 を有する。ガラス管 1 の内部 2 には放電用ガスが封入されている。

## 【 0 0 5 2 】

一対の電極 4 4、4 4' のそれぞれは、図 4 の拡大図に示されるように、引き出し電極 4 4 a の先端に W（タングステン）等からなる電極板 4 4 b を有し、この電極板 4 4 a の表面には電子放出膜としてダイヤモンド膜 4 5 が形成されてい

る。ダイヤモンド膜 4 5 の表面には微細導電性突起群としてカーボンナノチューブ群 4 6 が形成されており、カーボンナノチューブ群 4 6 それぞれの一部（根元部分）はダイヤモンド膜 4 5 に埋め込まれている。カーボンナノチューブ群 4 6 の直径やアスペクト比（長さ／直径）は第 1 の実施形態と同様である。

## 【 0 0 5 3 】

かかる構成によりカーボンナノチューブ群 4 6 はダイヤモンド膜 4 5 の表面に支持され、カーボンナノチューブ群 4 6 の存在しないダイヤモンド膜 4 5 の表面 4 5 a がガラス管 1 の内部 2 に露出した状態となっている。ダイヤモンド膜 4 5 は、カーボンナノチューブ群 4 6 の材料よりも二次電子放出効率が高い材料（ダイヤモンド）からなっている。

## 【 0 0 5 4 】

本実施形態の放電灯によれば、第 1 の実施形態と同様に、放電開始電圧及び放電維持電圧をともに低減させることが可能となり、低消費電力の冷陰極放電灯を得ることができる。さらに、板状の電極板 4 4 を用いることにより、多数の陰極を大面積基板に一括作製し、各々の陰極に分割して用いることが可能となる。したがって、陰極の作製プロセスを大量生産化することができる。

## 【 0 0 5 5 】

## （第 3 の実施形態）

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 5 は、本発明の第 3 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図である。本実施形態に係る放電灯はいわゆるバリヤ型の放電灯であり、放電管の外面に電極が設けられ、この電極に対して電圧が印加されることにより、放電管内部に放電を誘起して発光させるものである。

## 【 0 0 5 6 】

図 5 に示すように、本実施形態に係る放電灯は、蛍光体 5 3 を塗布したガラス管 5 1 と、ガラス管 5 1 の両端外面に取り付けられた円筒状の一对の電極 5 4、5 4'（冷陰極）とを有する。ガラス管 5 1 の内部 5 2 には放電用ガスが封入されている。例えば、ガラス管 5 1 内には放電を容易にするために封止ガスとしてアルゴン又は混合希ガス（例えば、アルゴン、ネオン、キセノン等の混合ガス。



）が 8 0 hPa の圧力で封止されている。

【 0 0 5 7 】

ガラス管 5 1 を介して一対の電極 5 4、5 4' と対向するガラス管 5 1 内面には、それぞれ一対の円筒状の電子放出部材 5 7、5 7' が設けられている。一対の電子放出部材 5 7、5 7' それぞれの構造は図 5 の拡大図に示される通りであり、ガラス管 5 1 内面に電子放出膜としてダイヤモンド膜 5 5 が形成されている。この実施形態においては、ダイヤモンド膜に必ずしも導電性を付与する必要はなく、絶縁性でもよい。ダイヤモンド膜 5 5 の表面には微細導電性突起群としてカーボンナノチューブ群 5 6 が形成されており、カーボンナノチューブ群 5 6 それぞれの一部（根元部分）はダイヤモンド膜 5 5 に埋め込まれている。カーボンナノチューブ群 5 6 の直径は 1 0 0 nm 以下であり、そのアスペクト比（長さ／直径）は 3 : 1 以上 1 0 0 0 : 1 以下である。直径が 1 0 0 nm より大きいと放電開始電圧低減の効果を得にくいという問題がある。また、アスペクト比が 3 : 1 未満であると同様に効果が不十分となってしまう、1 0 0 0 : 1 より大きいと突起構造が弱くなってしまう。

【 0 0 5 8 】

かかる構成によりカーボンナノチューブ群 5 6 はダイヤモンド膜 5 5 の表面に支持され、カーボンナノチューブ群 5 6 の存在しないダイヤモンド膜 5 5 の表面 5 5 a がガラス管 5 1 の内部 5 2 に露出した状態となっている。ダイヤモンド膜 5 5 は、カーボンナノチューブ群 5 6 の材料よりも二次電子放出効率が高い材料（ダイヤモンド）からなっている。

【 0 0 5 9 】

次に、本実施形態のバリア型放電灯の動作について説明する。

【 0 0 6 0 】

まず、放電を開始させるために、一対の電極 5 4、5 4' 間に周波数 4 0 k H z、1 5 0 0 V の高周波電圧を印加する。電極 5 4、5 4' の片方がエミッタ（陰極）として作用するときは他方は対極電極（陽極）として作用する。この高周波電圧の印加により、絶縁体であるガラス壁（バリア層と呼ばれる。）間の空間 5 2 において、陰極表面のカーボンナノチューブ群 5 6 の先端において電界集中

を生じて局所的に強電界を生じる。この強電界により陰極から放出された電子は対極電極（陽極）側に移動し、放電が開始する。本実施形態においては、カーボンナノチューブ群 6 を設けない場合に比べて大幅に低い印加電圧で放電を開始させることができる。

## 【 0 0 6 1 】

以上の機構により断続放電が生じ、それによって生じる紫外線により蛍光体が励起されて発光が生じる。このように、バリア型放電灯では、電極 5 4、5 4' を放電空間に晒していないため、電極 5 4、5 4' が消耗されるのを抑制するためにガラス管 5 1 内に水銀蒸気を存在させる必要がない。したがって、ガラス管 5 1 の内部に封入するガスとして希ガスのみを使用すればよい。

## 【 0 0 6 2 】

次に、放電が始まるとガラス管 5 1 内は電離ガスによって満たされるため、このような絶縁空間での幾何形状による電界集中効果は弱まり、電子放出も陰極への放電ガスイオン（Ar 等の希ガスイオン等）の接近や衝突による二次電子放出が主因となる。このときの電子放出のしやすさは、形状でなく、陰極表面材料の電子構造、特に電子親和力に大きく依存する。

## 【 0 0 6 3 】

ダイヤモンド膜 5 5 等の電子放出膜は、広いバンドギャップと小さな電子親和力を有し、微細導電性突起群（カーボンナノチューブ群 5 6 等）の材料よりも二次電子放出効率が高い材料であるダイヤモンド等のワイドギャップ半導体からなっており、電子放出部材 5 7、5 7' の表面にはダイヤモンド膜 5 5 の表面 5 5 a とカーボンナノチューブ群 5 6 とが並置された構造となっている。このため、放電開始後には、ダイヤモンド膜 5 5 の表面 5 5 a に放電ガスイオンが接近したり衝突することにより、ダイヤモンド膜 5 5 の表面 5 5 a から二次電子を効率的に放出させることが可能である。したがって、放電を維持するための電圧を低減することが可能である。以上の構成の組合せによって、放電開始電圧及び放電維持電圧をともに低減させることが可能となり、低消費電力の冷陰極放電灯を得ることができる。

## 【 0 0 6 4 】

## (第 4 の実施形態)

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。図 6 は、本発明の第 4 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図である。本実施形態に係る放電灯はいわゆるバリヤ型の放電灯であり、放電管外面の長手方向に一对の外部電極を設けたものである。図 5 と同一部分には同一の符号を記す。

## 【 0 0 6 5 】

図 6 に示すように、本実施形態に係る放電灯は、ガラス管 5 1 と、ガラス管 5 1 の外面に取り付けられた一对の電極 6 4、6 4' (冷陰極) とを有する。一对の電極 6 4、6 4' はそれぞれ、ガラス管 5 1 外面の長手方向に短冊状に互いに対向して設けられている。ガラス管 5 1 の内部 5 2 には上記実施形態と同様に放電用ガスが封入されている。

## 【 0 0 6 6 】

一对の電極 6 4、6 4' と対向するガラス管 5 1 内面には、それぞれ一对の電子放出部材 6 7、6 7' が設けられている。一对の電子放出部材 6 7、6 7' はそれぞれ、ガラス管 5 1 内面の長手方向に短冊状に互いに対向して設けられている。一对の電子放出部材 6 7、6 7' それぞれの構造は図 6 の拡大図に示される通りであり、ガラス管 5 1 内面に電子放出膜としてダイヤモンド膜 6 5 が形成されている。なお、この実施形態におけるダイヤモンド膜は絶縁性あるいは高抵抗であることが望ましい。ダイヤモンド膜 6 5 の表面には微細導電性突起群としてカーボンナノチューブ群 6 6 が形成されており、カーボンナノチューブ群 6 6 それぞれの一部 (根元部分) はダイヤモンド膜 6 5 に埋め込まれている。カーボンナノチューブ群 6 6 の直径やアスペクト比 (長さ / 直径) は第 3 の実施形態と同様である。かかる構成によりカーボンナノチューブ群 6 6 はダイヤモンド膜 6 5 の表面に支持され、カーボンナノチューブ群 6 6 の存在しないダイヤモンド膜 6 5 の表面 6 5 a がガラス管 5 1 の内部 5 2 に露出した状態となっている。

## 【 0 0 6 7 】

本実施形態の放電灯によれば、第 3 の実施形態と同様に、放電開始電圧及び放電維持電圧をともに低減させることが可能となり、低消費電力の冷陰極放電灯を得ることができる。さらに、放電プラズマの拡散性がよく、水銀を用いないネオ

ンやキセノン等の希ガスのみによる放電にも適用することができる。

【 0 0 6 8 】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、微細導電性突起群に用いられた S P 2 混成軌道結合を含む炭素として、カーボンナノチューブ以外に、カーボンフラーレンやカーボンオニオン等を用いることも可能である。また、二次電子放出効率が高い材料である S P 3 混成軌道結合を含む炭素としてダイヤモンドを用いたが、その他、ダイヤモンドライクカーボン等を用いることも可能である。

【 0 0 6 9 】

また、微細導電性突起群と該微細導電性突起群の材料よりも二次電子放出効率が高い材料からなる電子放出膜との組み合わせとして、他の組み合わせを用いることができ、例えば、微細導電性突起群として、既述のカーボンナノチューブ、カーボンオニオン、カーボンフラーレン等の他、炭素ファイバー、金属ウイスカー・ファイバー等を、電子放出膜として、ダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン等の他、アルミニウム窒化物、ガリウム窒化物、ボロン窒化物、これらのうち少なくとも二種類からなる混晶等のワイドギャップ半導体等を用いることも可能である。

【 0 0 7 0 】

さらにまた、ダイヤモンド膜の二次電子放出効率を高めるために、放電用ガス中に水素（水素ガス等。）を混入することも可能である。

【 0 0 7 1 】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。

【 0 0 7 2 】

【発明の効果】

本発明によれば、発光効率が高く消費電力が小さい放電灯を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図。

【図 2】 本発明の第 1 の実施形態に係る放電灯の製造方法を示す工程断面図。

【図 3】 本発明の第 1 の実施形態に係る放電灯の他の製造方法を示す工程断面図。

【図 4】 本発明の第 2 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図。

【図 5】 本発明の第 3 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図。

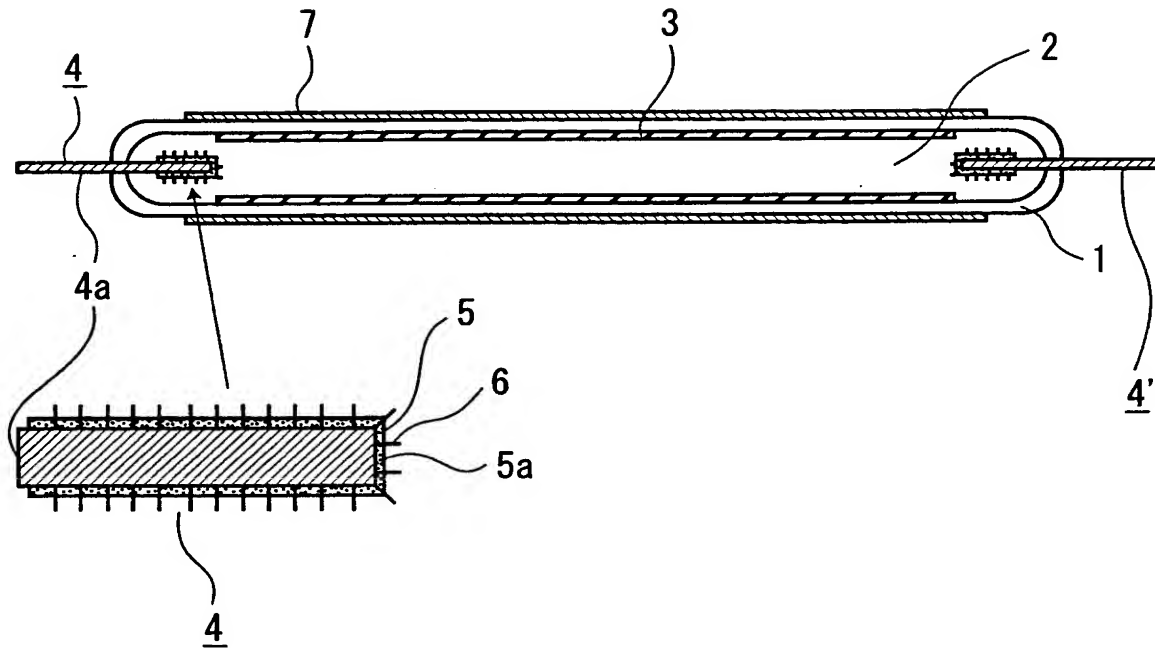
【図 6】 本発明の第 4 の実施形態に係る放電灯の構造を示す断面図。

【符号の説明】

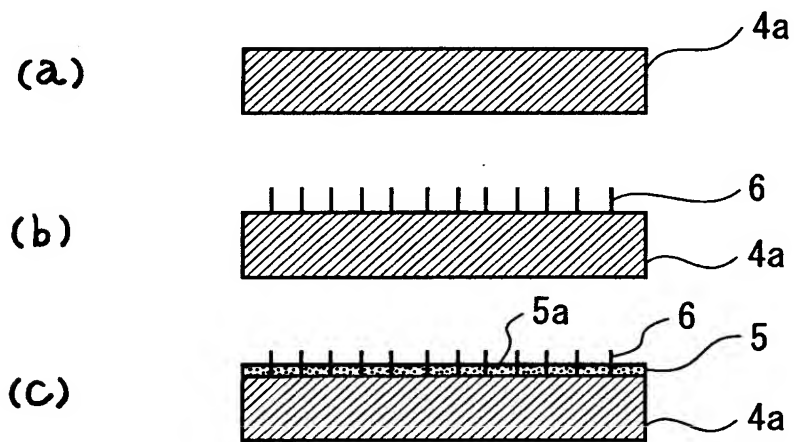
- 1 ガラス管
- 2 ガラス管 1 の内部
- 3 蛍光体
- 4、4' 一対の電極
- 4 a 電極部材
- 5 ダイヤモンド膜
- 5 a ダイヤモンド膜 5 の表面
- 6 カーボンナノチューブ群
- 7 透明導電膜

【書類名】 図面

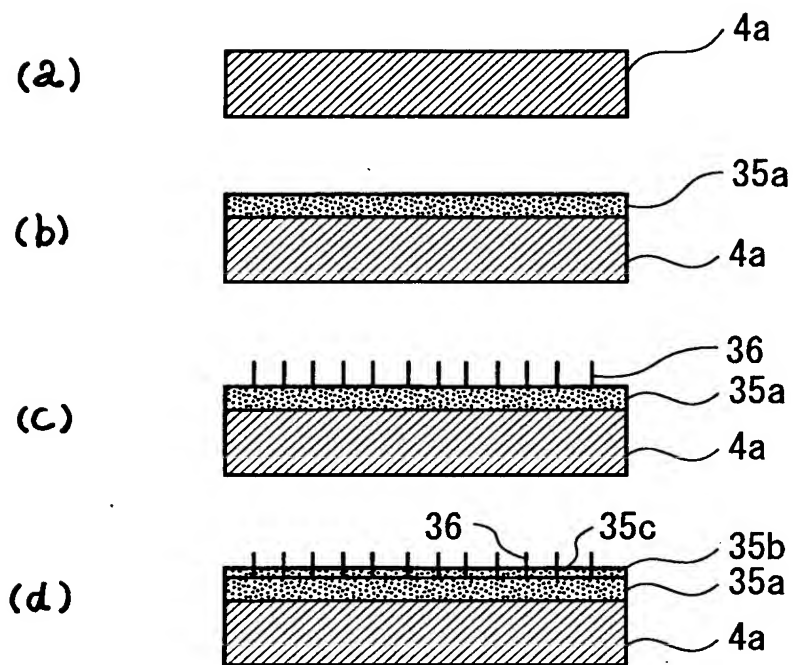
【図 1】



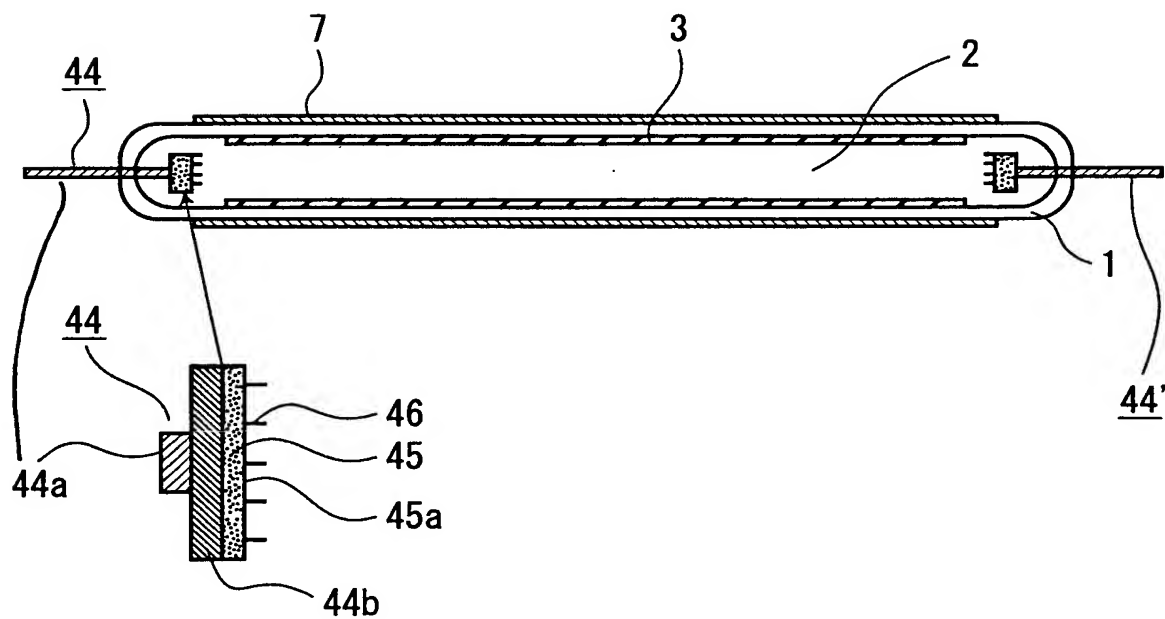
【図 2】



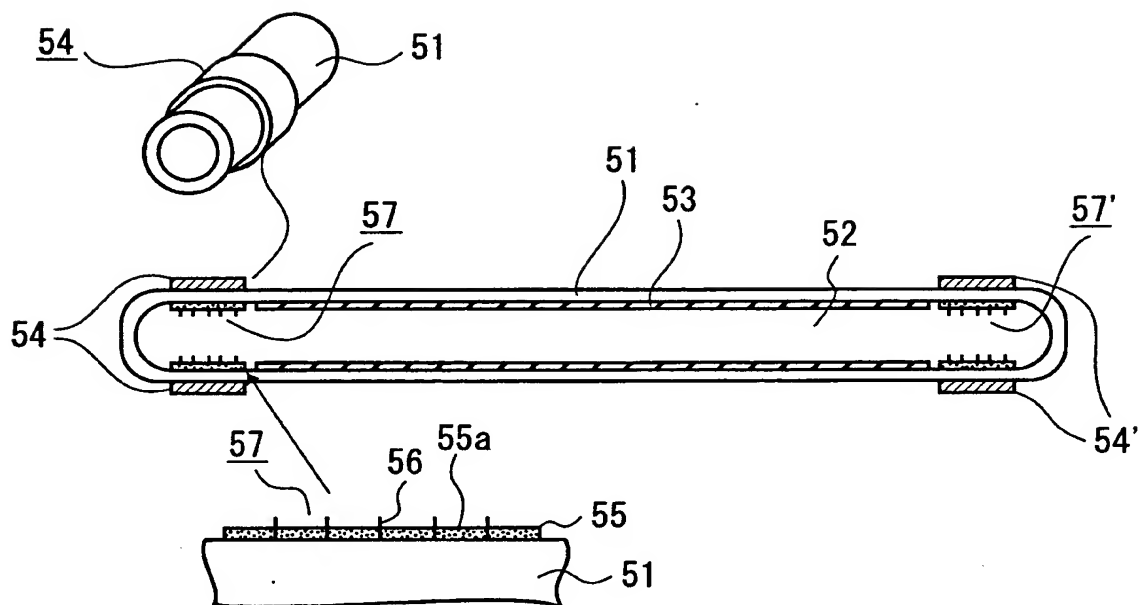
【図 3】



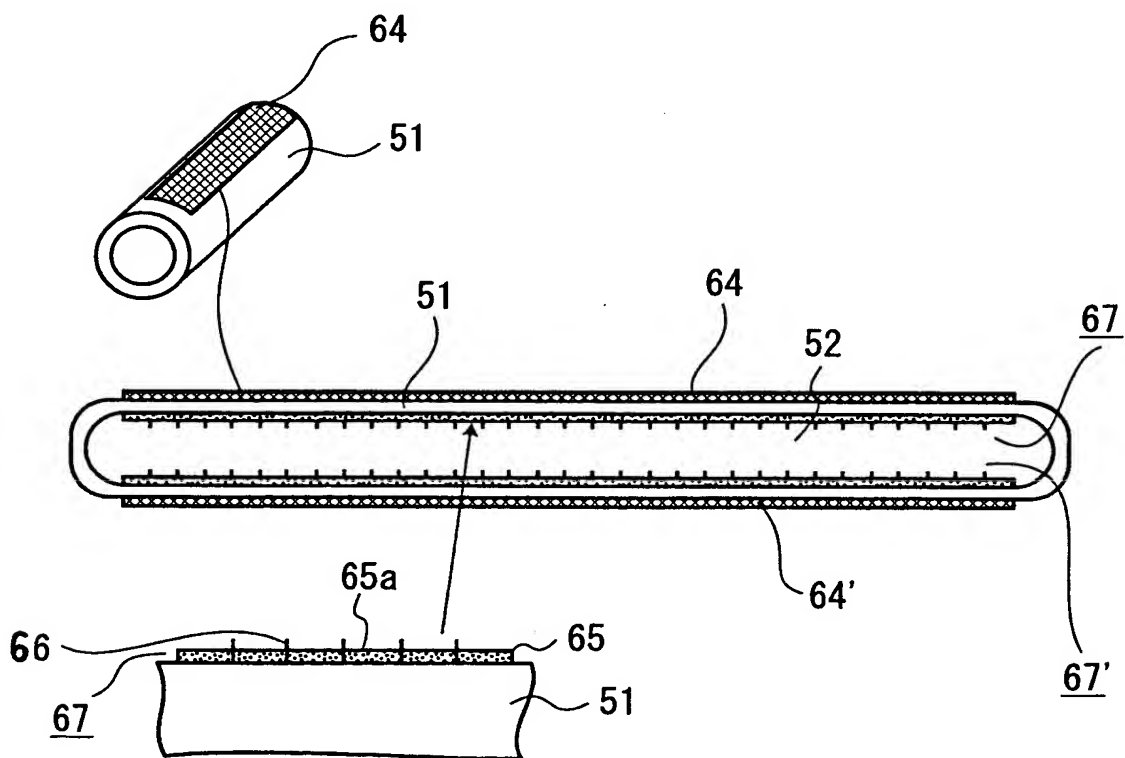
【図 4】



【図 5】



【図 6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放電開始電圧と放電維持電圧の低減により、発光効率が高く消費電力が小さい放電灯を実現すること。

【解決手段】 放電用ガスが封入された外囲器 1 と、この外囲器 1 内に配置された電極 4 a とを備えた放電灯であって、電極 4 a には電子放出部材が設けられ、当該電子放出部材は、その表面に、カーボンナノチューブからなる微細導電性突起群 6 と、微細導電性突起群 6 を支持し微細導電性突起群 6 の材料よりも二次電子放出効率が高いダイヤモンドからなる電子放出膜 5 とを有することを特徴とする放電灯。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 8 0 2 9 4
受付番号	5 0 2 0 1 4 3 8 2 8 8
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 9 月 2 7 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月26日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝